

## 銀髮族水產食品之研發

### Development of Aquatic Food Products for Seniors

黃冠景、張君如、吳皓亘、范裕文、宋文杰\*

Guan-Jing Huang, Chun-Ju Chang, Hao-Xuan Wu, Wen-Fan Yu, Wen-Chieh Sung\*

國立臺灣海洋大學食品科學系

Received 30 January 2019; revised 25 June 2019; accepted 10 July 2019; available online 18 July 2019

#### 摘要

水產品提供良好營養來源與特殊機能性成分，對銀髮族健康有莫大助益。本報告評估臺灣鯛魚片、海帶、鎖管及九孔利用加熱、鹼處理、超音波、切片及酵素處理等方式進行加工，評估其在不同處理時間下質地變化情形，結果顯示經水煮及殺菌後，臺灣鯛魚片及海帶質地皆有軟化之趨勢，水煮後殺菌的臺灣鯛魚片及海帶質地可降至  $5 \text{ N/cm}^2$  以下(達到臺灣飲食製備指引第 6 級別牙齦碎軟質食)，經鹼處理之海帶亦有軟化的趨勢，其質地也可小於  $5 \text{ N/cm}^2$ 。鎖管經鹼處理後中型及大型鎖管質地均可下降至  $5 \text{ N/cm}^2$ ，但小型鎖管殺菌後即可軟化至  $5 \text{ N/cm}^2$ 。以酵素注射方法較浸泡法更能有效軟化鎖管，以木瓜酵素較鳳梨酵素更為有效。以超聲波之組別硬度有下降但未顯著，木瓜酵素處理組濃度超過 0.1% 殺菌後皆很軟爛，用湯匙輕壓就崩解硬度低於  $5 \text{ N/cm}^2$  以下，未來可開發銀髮族舌頭壓碎軟食水產品( $2 \text{ N/cm}^2$  硬度以下需求)。九孔以鳳梨萃取物以 5:1 (m/v) 比例注射九孔肌肉可將其硬度降至  $5 \text{ N/cm}^2$  以下，若使用 0.25% 及 0.50% 的酵素溶液處理，在熬煮並殺菌後依然可以保留九孔之外觀及味道完整性。本報告建立之殺菌軟袋食品加工製程殺菌條件，提供業者開發銀髮族水產食品 4 種風味臺灣鯛魚片微波即食產品(紅燒、味增、蒲燒及蔬菜湯)、滷海帶、鎖管米粉、三杯鎖管及九孔粥共 8 項產品之參考，輔導業者建立加工製程符合臺灣飲食製備指引第 6 級別牙齦碎軟質食，將有助銀髮族水產食品之推廣，並可進一步提昇水產品附加價值，有效利用水產資源。本研究開發的各式食品皆由銀髮族進行官能品評分析，提供銀髮族消費者更多樣的選擇。

**關鍵字：**銀髮族、水產品、加工處理、酵素。

---

\*通訊作者電子信箱：[sungwill@mail.ntou.edu.tw](mailto:sungwill@mail.ntou.edu.tw)

## 壹、前言

據內政部統計，2018年4月全台老化指數是107.94，也就是說臺灣65歲以上老年人口比14歲以下的孩童還要多，表示臺灣高齡化的情形嚴重(內政部統計處, 2018)。依聯合國定義，65歲以上人口佔總人口達14%為高齡社會，根據行政院經建會人口統計，臺灣已於西元2018年進入高齡社會；預估於西元2026年65歲以上人口將增加至總人口20%，進入超高齡社會，到了2056年更將增加至37.5% (內政部統計處, 2017)。

根據民國 93-97 年度國民營養健康狀況變遷調查，65 歲以上男性平均每日攝取 1711 大卡(僅達建議攝取量 87%)，女性 1316 大卡(僅達 76%)。發現男女銀髮族普遍攝取不足的營養素包括：鋅(男女分別僅達國人膳食營養素參考攝取量 DRIs 62%、60%)、鉀(66%、59%)、鈣(67%、59%)、鎂(77%、72%)、膳食纖維(69%、58%)、維生素 E (68%、52%)及維生素 D (86%、70%)；攝取過量的營養素則包括：鈉(男女分別超過建議攝取量 28%、5%)、維生素 A (112%、121%)、維生素 B<sub>12</sub> (126%、58%)，此外銀髮族群也有葉酸及維生素 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>6</sub> 營養不足的現象(潘等, 2008)，以上營養素缺乏會造成貧血並增加心血管疾病、憂鬱症之風險(潘, 2013)。國人 65 歲以上人口平均每日外食僅 0.4 餐，遠低於青年族群(潘等, 2008)，因此銀髮餐食之開發應朝向易於在家調理的產品為主。影響銀髮族飲食行為及飲食品質的生

理因子有感官上的衰退、咀嚼力下降與腸胃運動能力下降等(田, 2011)。根據 2003 年食品所「自高齡者飲食消費習性看銀髮族食品發展機會」調查研究報告指出，銀髮族普遍在意食物料理的口味、希望縮短備餐時間、喜歡方便入口的食品，銀髮族在購買食品時認為產品品質重於價格，風味較佳的食品即便相對其他產品價格高出 1 至 2 成仍會購買。此外，銀髮族認為市售低糖低鹽食品大部分風味不佳，推測銀髮族偏好口味較重的食品，卻可能因此攝取高鈉、增加慢性病風險(黃, 2004)。

水產品富含蛋白質、不飽和脂肪酸以及微量營養素，是極佳的銀髮族食品。國人雖普遍認同水產品適合銀髮族飲食及營養需求，但國民營養調查結果發現，我國 65 歲以上族群平均每日魚、水產類攝取量僅  $44.23 \pm 73.51$  公克(國家攝食資料庫, 2014)，顯示銀髮族對水產品喜好程度的個人差異極大、水產食品開發與其營養價值宣導也有很大的成長空間。由於我國每日飲食指南建議銀髮族每日攝取 4~6 份豆魚蛋肉類，推算目前銀髮族平均每日攝取水產品熟重 44.23 克(相當於 1.3 份豆魚肉蛋類所提供的營養)、魚類僅占銀髮族主要蛋白質食物來源的 1/3 以下，因此必須積極提升銀髮族水產食品的普及率及食用率。此外，銀髮族水產食品應滿足來源安全、方便調理、可口易吞嚥、保健緩老等需求，也須積極尋找多樣性食材、訴求不同的保健機能、符合不同消費力族群的分眾市場，以提高水產食品對銀髮族的吸

引力，進而增加水產品食用率。

對於健康的人而言，以口腔咀嚼與吞嚥食物是習以為常的攝食動作，然而對於年長者因缺牙、裝假牙及肌肉活動力下降而造成咀嚼及吞嚥功能退化(Miochi *et al.*, 2004; Van der Bilt *et al.*, 2006)，有攝食功能障礙之年長者對於食物質地就更為敏感，因此對於一般食物之攝食就會受到限制，蛋白質缺乏已成為年長者普遍之營養問題(Kuzuya, 2003; Smoliner *et al.*, 2008; Funami, 2011; Awad *et al.*, 2012)。雖然肉類及加工肉品為良好的蛋白質來源，經由烹煮加工製程會增加肉製品的韌性而造成有攝食功能障礙的年長者不易咀嚼(Takahashi *et al.*, 2003; Purwanti *et al.*, 2010)。Matsuguma等(2013)以木瓜酵素(papain)處理絞碎之雞肉來改善有攝食功能障礙之年長者飲食品質，經木瓜酵素處理之絞碎雞肉的柔嫩性及適口性可獲得改善，然而當較高濃度之木瓜酵素處理時會影響雞內膜導致適口性下降。魚類因品種繁多及季節之變化等因素會影響其魚肉質地，相較於陸生動物等蛋白質食物就更豐富且多樣化(Matsuguma *et al.*, 2014)，魚肉較陸生動物肉品含較少量之飽和脂肪且適口性良好。此外，白肉魚較紅肉魚含較低量組胺酸(histidine)，較不易被組織胺產生菌例如*Morganella morganii*轉化造成食物中毒(Emborg and Dalgaard, 2008)。雖白肉魚較適合開發銀髮族作為良好蛋白質之原料，白肉魚含有較高含量之結締組織蛋白及膠原蛋白，對於有咀嚼困

難之年長者而言經烹煮後白肉魚反而相較於紅肉魚的肉質更為堅韌，為改善此問題Matsuguma等(2014)將絞碎海鱸魚以0.1-0.3%木瓜酵素處理，發現使用0.3%木瓜酵素雖可造成質地軟化，同時也會導致次黃嘌呤(hypoxanthine)及肌苷(inosine)等具苦味成分之濃度增加，經顯微鏡觀察也確認0.3%木瓜酵素會使肌肉細胞及結締組織消失，因此以0.2%木瓜酵素處理絞碎鱸魚之口感較適合年長者。

## 貳、日本介護食品

全球人口老化是不可逆的趨勢，而日本是人口老化度最高的國家之一，2012年日本65歲以上人口已超過3,000萬人，為滿足銀髮族飲食需求而研發生產的介護食品應運而生。「介護食」，日文原意為介入「關懷」、「照顧」，就是以關照立場進行適當料理的食物，範圍涵蓋日常飲食與護理食品，提供給照護機構或一般家庭。介護飲食一開始是為醫院復健醫師訓練病患由鼻胃管灌食，逐漸回復成正常飲食的復健餐食，延伸至一般生活中即發展成現在的「介護食」，即意指任何人在任何情境下都能食用的食物(伊甸社會福利基金會, 2015)。老人如有吞嚥、咀嚼困難，面對肉類或堅果等硬質食物不僅無助，更無法順利吸收所需的營養；而一般老人專屬食品，常讓人覺得食之無味。為提高老人的食慾，「介護飲食」以「易食」為出發點，將食物打碎，或將難以咀嚼的食材軟化。日本食品業者共同籌組介護食品協

議會(Japan Care Food Conference)建立一個評估食品硬度的標準(Universal Design Foods concept, UDF)，將食品依照硬度分為四級：第一級(UDF 1)為較難咀嚼但可正常吞嚥，硬度在  $5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  以下；第二級(UDF 2)為可使用牙齦咬碎食物，硬度在  $5 \times 10^4 \text{ N/m}^2$  以下；第三級(UDF 3)為僅使用舌頭即可攪碎食物且大多為流體狀，硬度在  $1 \times 10^4 \text{ N/m}^2$  以下；第四級(UDF 4)為完全不需咀嚼即可吞嚥且大多為流體狀，硬度在  $3 \times 10^3 \text{ N/m}^2$  以下，這些標示可提供消費者在購買商品上的參考(Evaluation of Food Texture; Goto *et al.*, 2010)。而食物依吞嚥難易度又分為三類：泥狀食品、慕斯狀食品及果凍狀食品，供老年人方便選擇適合自己的食物(日本介護食品協議會, 2012)。日本介護食對於食品之硬度及黏稠度分級概念近年也被臺灣食品工業發展研究所沿用，作為制定臺灣飲食質地製備指引草案的重要參考(國民健康署, 2018)。

吳郭魚(Tilapia)原產自非洲，係屬於慈鯛科(Cichlidae)之熱帶魚類，全世界共有 100 多種，其中可以當做養殖對象的約有 20 種。由於吳郭魚對病害的抵抗力及環境的適應力很強，又屬於雜食性，所以很容易飼養。加以，吳郭魚成長快速，肉質嫩且無暗刺細骨，較能被一般消費者所接受。根據漁業署漁業年報統計，2015 年臺灣吳郭魚年產量約 7 萬公噸，吳郭魚不但是目前臺灣主要淡水養殖魚類之一，也是世界性的重要養殖魚種，目前約有 85

個國家地區從事養殖(劉等, 2008)。吳郭魚肉質鮮嫩細緻，富含蛋白質、維生素、礦物質、微量元素及 DHA 等營養素，為優質之水產原料。

海帶(*Laminaria japonica*)又稱昆布，為褐藻門 (phaeophyta)、海帶目 (Laminariales)、海帶科(Laminariaceae)、海帶屬(*Laminaria*)之大型海生褐藻，生長於太平洋西北部沿岸日本，韓國及中國大陸，臺灣於金門地區有人工養殖，目前市售乾海帶大多來自中國大陸山東沿海做為餐廳熬湯用，海帶含有多種活性成份如褐藻多醣硫酸酯(fucoidans)、昆布多醣(laminarans)、褐藻酸鹽(alginates)、碘、維生素、脂肪酸與胺基酸(Gupta and Abu-Ghannam, 2011)，因其褐藻膠不易溶於水不易煮軟，以往多以食品級鉍明礬、小蘇打或碳酸氫鉍來發製海帶，各種鹼除含鋁離子之明礬對消費者有健康之疑慮，發製後烹煮口感不同對製備銀髮組軟質食品之開發有其必要進行了解。

鎖管過去半世紀以來一直是我國漁業主要目標物種之一。基隆因地緣特殊，擁有豐富海洋資源及漁村文化，鎖管為主要漁產之一，於每年 3-4 月自彭佳嶼東北方逐漸洄游至臺灣本島近岸，4-7 月間洄游至彭佳嶼附近海域，並於 8-9 月間洄游至基隆附近海域，成為燈火漁業的主要漁獲。魚汛季節的夜晚，臨近海域漁火點點好像海上城市般美不勝收，而基隆鎖管產量約佔全國總量三分之一以上之條件，讓基隆漁村在臺灣沿近海漁業發展迅速

(許, 2016)。基隆為北臺灣鎖管漁獲重要據點，2012 年鎖管的漁獲量為 3,485 公噸佔全台鎖管魚獲量的 46.82% (漁業署, 2013)，躍居全台之冠。頭足類之鎖管的身體分為頭部、胴體及腳部十腕三個部份，其胴體中結締組織的膠原纖維(collagen)非常硬且韌，第一系統存在於內外膜其分布的角度和長軸為 27 度，有些和長軸平行，魷魚之第二系統分布於肌肉纖維內其排列又分為第一組 IMF-1 (inter muscular fibre-1)位於魷魚縱軸，第二組 IMF-2 (inter muscular fibre-2)另以 50 度相對於胴體表面，所有於內外膜及 IMF-1 及 IMF-2 的膠原纖維其形狀皆是直的，而 IMF-3 環繞環狀肌肉纖維且其纖維是彎曲(郭, 1990)烹煮時不易軟化。

九孔在分類上屬於軟體動物門(Mollusca)、腹足綱(Gastropoda)、原始腹足目(Archaeogastropoda)、鮑螺科(Haliotidae)、鮑螺屬(Haliotis)，為臺灣主要經濟性貝類之一。由於九孔的單價高，且市場上持續存在需求，因此九孔養殖逐漸興起，臺灣從 1976 年開始發展，隨著養殖方式與相關研究越來越趨完整，九孔養殖也逐漸開始興盛。曾在 2000 年時出產高達 2,500 噸的九孔，且在產值方面達到 13.5 億元(漁業署, 2001)，為臺灣水產養殖業中重要的一環。而臺灣目前主要養殖地區分布於東北角的貢寮、頭城一帶，且主要養殖品種為九孔鮑，亦被稱為雜色鮑(*Haliotis diversicolor*)。其中包含粗紋九孔鮑(*H. diversicolor supertexta*, Reeve, 1846)

及平紋九孔鮑(*H. diversicolor aquatilis*, Reeve, 1846)兩種。在過去幾十年來，水產養殖員以及研究團隊為了滿足人們的高需求，積極開發九孔育種的技術，其味道和質地在秋季及冬季特別受歡迎，可能與九孔在這期間體內含有較高濃度的游離胺基酸有關(Hwang *et al.*, 1997)。臺灣曾被譽為世界九孔王國，一年外銷量曾達上千噸，東北角海域曾為臺灣九孔鮑重要養殖場，然而於 2001 年，疑似因病毒及近親配種等因素，使九孔幼苗大量死亡，貢寮九孔鮑養殖業者，歷經十餘年的絕望期甚至被迫放棄九孔養殖業，經養殖戶、水試所及漁業署努力不懈，終於由日本所引進之九孔與臺灣九孔成功雜交，所培育之新九孔，其品質及產量皆較過去佳，可望再創貢寮區九孔鮑養殖產業第二春。

鎖管肌肉因其具有環狀肌肉非常堅韌，其肌基質蛋白高達11%不易使其分裂(Kantha *et al.*, 1990; Sikorski and Pan., 1994)，在開發銀髮族食品時不易嫩化其質地。鎖管及九孔加熱後肉質堅韌不適合銀髮族食用，雖有學者利用蛋白水解酵素處理(Ketnawa and Rawdkuen, 2011)，但仍無法有效保持其肉質品質且對一般加工廠以酵素處理成本較高，鎖管及九孔中牛磺酸含量為 60 種水產動物中含量最高(Konosu and Yamaguchi, 1982)，牛磺酸並非體內合成蛋白質之胺基酸，且一般成人具有稍許合成牛磺酸之能力，但因嬰兒生合成牛磺酸的能力有限，因此被分類為半必須胺基酸(conditional semi-essential

amino acid)。在哺乳類動物中以甲硫胺酸(methionine)和半胱胺酸(cysteine)等含硫胺基酸先代謝成半胱胺酸亞硫酸鹽(cysteine sulfinic acid; CSA)，再經由脫羧作用而生成過氧化牛磺酸(hypotaurine)，而後經氧化作用生成牛磺酸，牛磺酸對體內鈣質調控、膽酸結合、抗氧化、細胞膜穩定、協助n-3多元不飽和脂肪酸促進血清脂質減少、抗動脈粥狀硬化及免疫功能都扮演重要角色(Chen, 2006)。

蔡(2000)曾以殺菌釜加熱殺菌九孔 60 分鐘後其質地可達銀髮族食品 5 N/cm<sup>2</sup> 硬度以下需求，Hu 等學者(2014)以反應曲面實驗設計超音波震盪大王魷魚(*Dosidicus gigas*)發現以 186.9W, 25.6 kHz 處理 30.8 分鐘可達到最適肉質嫩化之最佳口感。

## 參、酵素

美國農業部食品安全檢驗局(Food Safety and Inspection Services, FSIS)和美國食品安全檢驗局(Food and Drug Administration, FDA)認定為公認安全(generally recognized as safe, GRAS)可改善肉的嫩度的五種外源酶為：木瓜蛋白酶、無花果蛋白酶、鳳梨蛋白酶、米麴菌蛋白酶和枯草芽孢桿菌蛋白酶(Chaurasiya *et al.*, 2015)。已有研究使用了不同的方法嫩化肉類，如蒸煮(Sikorski and Kolodziejaska, 1986)、加入磷酸鹽和氯化鈉以及用有機酸(Pietrasik *et al.*, 2010)。蛋白水解酶用在肉的嫩化上是非常常見的，其源自於植物，如木瓜蛋白酶、鳳梨蛋白酶

和無花果蛋白酶(Ha *et al.*, 2012; Ketnawa and Rawdkuen, 2011; Koak *et al.*, 2011; Navaaena *et al.*, 2004)。木瓜蛋白酶(Papain)來自未成熟的木瓜屬物，可以從未成熟的青木瓜果實中獲得最強及最有活性的木瓜蛋白酶，其有效溫度範圍為 50-80°C，最佳的溫度範圍為 65-80°C (Gottschall and Kies, 1942)，有效 pH 值範圍為 4.0-9.0，最佳活性為 pH 4.0-6.0 (Landmann, 1963)。當果實成熟時，酶自然被破壞，並失去活性。木瓜蛋白酶被認為是天然的蛋白水解酶，它可以通過嫩化機制分解肌肉蛋白質中的離胺酸、苯丙胺酸和精氨酸肽鍵。自 20 世紀開始研究木瓜蛋白酶的嫩化作用，其對肌原纖維和膠原蛋白都有顯著的降解，會產生好幾種大小的蛋白質片段(Ashie *et al.*, 2002)。儘管使用木瓜蛋白酶軟化肉類時可以觀察到 Z disc 出現巨大的破壞，但由於其滲透表面的能力差(Gottschall and Kies, 1942)，因此用注入產品的方式更為有效。Ashie 等(2002)證實使用木瓜蛋白酶軟化肉並將其儲存一週及兩週後有顯著軟化的效果。

鳳梨蛋白酶(bromelain)是一混合物，從鳳梨科的莖和核心果實中提取，主要來自 *Ananas comosus* Merr., sp.，其有效溫度範圍為 50-80°C，最佳溫度為 65-75°C，有效 pH 範圍為 4.0-7.0，最佳活性 pH 為 5.0-6.0 (Silveira *et al.*, 2009)，其先降解肌膜中 40%的膠原蛋白，再降解肌原纖維組分中的肌球蛋白。McKeith 等(1994)發現將鳳梨蛋白酶使用注射的方式軟化肉較

浸泡的方式佳。鳳梨蛋白酶除了用於肉的嫩化(Melendo *et al.*, 1997; Kolle *et al.*, 2004)，也用作營養添加劑以幫助消化健康、抗發炎(Wen *et al.*, 2006)、抗水腫(Seltzer, 1964)、抗生素藥物吸收促進劑(Neubauer, 1961)、抗血栓形成劑(Metzig *et al.*, 1999)，及抑制腫瘤細胞增生(Batkin *et al.*, 1988)。

在以前的研究中，鳳梨蛋白酶和木瓜蛋白酶對牛肉、豬肉、雞肉以及鴨肉都有軟化之效果(Calkins and Sullivan, 2007)。已有研究顯示(Omar *et al.*, 2014)，木瓜蛋白酶在嫩化肉較鳳梨蛋白酶更有效、更可口，並且低成本又安全。

由於魷魚(*Dosidicus gigas*)的肉質較硬，造成老年人以及咀嚼或吞嚥方面有困難的人無法食用，且傳統的魷魚產品因使用熱處理，所以口感較堅韌，因此 Eom 等(2015)使用木瓜蛋白酶以及鳳梨蛋白酶注射魷魚以達到軟化魷魚的效果，結果證實使用此兩種酵素顯著降低了魷魚的質地，且隨著酵素濃度上升，質地有下降之趨勢。另外，Gokoglu 等(2017)以木瓜蛋白酶以及鳳梨蛋白酶浸泡魷魚使其硬度下降，結果顯示經由酵素處理後，魷魚的硬度和剪切力皆有下降，總蛋白質、游離氨基酸含量和感官品評評分皆有增加，且木瓜蛋白酶與鳳梨蛋白酶相比可獲得更好的結果。經由酵素軟化肉質需注意時間以及用量，避免影響食物的原味或使肉質太過軟爛。

## 肆、超聲波

超聲波(Ultrasound)又稱超音波，是指任何聲波或振動，高於人耳的正常檢測極限(20 kHz)。由於人類聽不到超聲波頻率，即使在接近操作人員的液體介質中可能會產生極其強烈的聲場，但也不會引起人體任何不適或健康危害。空氣中的超聲波振動，尤其是在較高頻率下，會迅速被吸收，因此在超聲波範圍內幾乎對動物沒有影響(Pye, 1979)。

超聲波的最低頻率為 20 kHz，氣體的上限被認為是 5 MHz，液體和固體的上限被認為是 500 MHz。超聲波的用途大致分為兩組，低功率(10 瓦)超聲波通常搭配高頻率(2-10 MHz)使用，低功率超聲波無破壞性，因此被廣泛用作醫學和化學分析的診斷工具。超聲波技術在食品加工業越來越受歡迎，用於監測過程或產品。食品過程通常用低功率與高頻率的超聲波進行監測，其為非破壞性監測是食品中最廣泛的應用。使用超聲波監測各種產品特性，包括組成、結構、厚度和流速等。另一類是高功率(幾百瓦到幾萬瓦)超聲波，它通常搭配低頻率(20 kHz 和 100 kHz)使用，超聲波在這個範圍內的物理、機械或化學作用能夠通過產生巨大的壓力來改變材料的特性，例如：破壞物理完整性，加速某些化學反應。這種現象被用於清潔、焊接和許多化學反應。高功率超聲波應用通常依賴於傳播介質中複雜的振動誘導效應，這會在液體或生物組織中產生空洞現象，除了空洞現象之外，超聲波能夠削弱

材料或介質的物理結構。這些原理已被多年用於研究實驗室的細胞破碎、酶和蛋白質的提取、形成乳液和分散聚集材料 (Jayasooriya *et al.*, 2004)。

超聲波應用於肉類和肉類產品可使其物理和化學性質產生高強度的變化，引起了各國學者的興趣，因為它是一種純粹的物理技術，為化學或熱處理的替代方案，而高強度超聲波對肉嫩化的影響一直是近幾十年來許多研究的主題。

超聲波效率高且價格低廉，只造成低污染，使用高功率超聲波破壞肌肉結構可能有效減少肌原纖維和膠原韌性 (Hu *et al.*, 2014)。

由於魷魚 (*Dosidicus gigas*) 的肉質對熱敏感，使得傳統的魷魚產品口感堅韌，因此 Hu 等 (2014) 使用超聲波軟化魷魚，結果證實使用超聲處理改變了蛋白質的次單元並降解了魷魚肉的蛋白質。另外，組織細胞表現出嚴重的損傷，在鬆散的肌纖維內具有裂縫和大間距。由於蛋白質降解和肌纖維結構破壞，樣品柔韌性增加，硬度降低，顯示超聲波處理可能適用於大型魷魚的嫩化。

柔軟度是牛肉質量的重要參數，因此 Jayasooriya 等 (2007) 使用超聲波軟化牛肉，結果顯示超聲處理顯著降低了肉的 Warner-Bratzler 剪切力的值 (Warner-Bratzler shear force value, WBS) 和硬度，並且不影響任何顏色參數 ( $L^* a^* b^*$ 、色度和色調)。

## 伍、真空肉品按摩

長期以來消費者選擇肉類和其他食物，以濕潤、美味和軟嫩為首選。肉類加工業已經發現通過在減壓下的旋轉滾筒中醃製肉品和滾動肉品可提升肉品之品質。真空的施加使肉品內間隙中的氣體膨脹並除去，且有助於將醃泡汁吸收到肉中。真空的應用也有助於機械擴展肉類，這有助於肉類纖維的分解以增強嫩化。醃泡汁通常含有嫩化劑、調味劑以及水分，因此將醃泡汁吸收到肉中可增加肉品的水分含量、嫩化以及風味。肉片翻滾的主要目的是通過與其他肉塊和滾筒碰撞產生的肉反覆壓縮，使醃泡汁滲透到整塊肉中，也可增加肉品的嫩度 (Karales, 2000)。

Bharti 等 (2011) 使用真空肉品按摩機處理雞肉，發現隨著處理時間增加雞肉質地變得更軟，且提升感官品評之評價，是由於細胞破裂和肌肉組織的肌原纖維碎裂，使得肉品質地變軟 (Babji *et al.*, 1982)。在翻滾過程中，提高鹽溶性蛋白的提取率和機械摩擦力可以增加蛋白質與蛋白質之間的相互作用 (Pietrasik and Shand, 2005)，進而改善了質構特性。

因此，決定開發銀髮族常溫保存即食家庭餐-臺灣鯛魚片、九孔粥、滷海帶、鎖管米粉、三杯鎖管微波即食包，並以鹼水及超音波浸泡處理鎖管使其膨發並軟化其環狀肌肉分子，以達到嫩化鎖管肌肉之目的。

## 陸、材料與方法

### 一、實驗材料

1. 臺灣九孔鮑，購自福鮑，貢寮，新北市。
2. 鎖管 (購自基隆市漁會)
3. 舞菇 (購自基隆中正區中正路全聯)。
4. 芹菜 (購自基隆中正區中正路全聯)。
5. 薑 (購自基隆中正區中正路全聯)。
6. 白米 (購自基隆中正區中正路全聯)。
7. 九層塔 (購自基隆中正區中正路全聯)。
8. 0.075\*200\*310 mm 真空高溫殺菌軟袋，購自臺灣伊佐股份有限公司，新竹市。
9. 菲律賓鮑魚，蘇祿島，菲律賓南部。
10. 滷包，購自頂記食品股份有限公司，新北市。
11. 高湯塊，購自好帝一食品有限公司，台南市。
12. 海帶，中國山東。
13. 臺灣鯛魚片，購自允偉興業股份有限公司，高雄。

### 二、實驗藥品

1. 碳酸氫鈉(sodium bicarbonate)，購自 Natural Soda INC.，美國。
2. 檸檬酸(citric acid)，購自宏昇儀器行，新北市。
3. 鳳梨酵素(bromalin) 1200GDU/g，購自 Acros Organics，美國。
4. 木瓜酵素(papain) 32589USP U/mg，購自 PanReac Applichem，義大利。

5. 磷酸鹽緩衝液(phosphate buffer saline, PBS)，購自慧眾生物科技有限公司，臺灣。
6. 鳳梨萃取物 1200GDU/g，購自美商德曼生技有限公司臺灣分公司，臺灣。
7. 青木瓜萃取物 2000FCC PU/mg，購自美商德曼生技有限公司臺灣分公司，臺灣。

### 三、實驗儀器

1. 質地測定儀 (Stable Micro Systems, TA-XT2 texture analyse)，超技儀器，新北市)。
2. 殺菌釜，TM-322，東明儀器有限公司，新北市。
3. 食物切片機，FS-200，NESCO，美國。
4. 數位式電磁加熱攪拌器，PC-420D，CORNING，美國。
5. 微電腦酸鹼度計，PH 510，THERMO EUTECH，美國。
6. 循環恆溫水槽，CB-20，裕德科技有限公司，臺灣。
7. 飛利浦黑金電磁爐，HD4988，飛利浦，臺灣。
8. 手壓封口機，WO-300H，圓方圓興業股份有限公司，臺灣。
9. 真空封膜機，TF-400，畢德麥企業有限公司，臺灣。
10. 鉑電阻溫度紀錄器，Pico VACQ Temperature platinum sensors，TMI-ORION，美國。

### 四、營養成分分析

測試項目包含蛋白質、脂肪、碳水化合物、水分、灰分及鈉含量，並計算其熱量。蛋白質、脂肪、水分、灰分及鈉含量之實驗方法分別依據 AOAC (2000a) 990.03、CNS 5036、CNS 5033、CNS 5034 及 AOAC (2000b) 984.27，另外碳水化合物及熱量分別用以下公式計算：

碳水化合物： $100 - (\text{蛋白質} + \text{脂肪} + \text{水分} + \text{灰分})$

熱量： $[4 * \text{碳水化合物} + 4 * \text{蛋白質} + 9 * \text{脂肪}]$ 大卡

## 五、胺基酸分析

參考 AOAC (2000a) 994.12 Ami2000 988.15 Tryptophan in Feeds and Food and Feed Ingredients，以高效液相層析儀分析之。

## 六、質地測定

硬度值(hardness)測定使用質地測定儀(TA. XT2，Stable Micro Systems，美國)，根據(Eom *et al.*, 2015)方法修改，將 P0.5 探頭以初速 2.0 mm/s 下降，碰到待測

物時，轉換成 1.0 mm/s 速率下壓 50%，間隔 5 秒後，開始第二次下壓，測量單位為 N/cm<sup>2</sup>。

## 柒、結果與討論

### 一、臺灣鯛魚片

臺灣鯛魚片殺菌組別的硬度值皆顯著較未殺菌組低，代表魚肉殺菌後有硬度降低的現象，可能是隨著加熱的時間增加而降低其硬度。而在殺菌的組別中，又以紅燒殺菌組的臺灣鯛魚質地最軟，接近銀髮族食品所設定之硬度 5 N/cm<sup>2</sup>。此烹調方式對於高齡飲食來說，質地較軟的肉質較好咀嚼。對於銀髮族食品開發，魚片殺菌過後有硬度降低的現象，有利於銀髮族群食用。且由官能品評結果可發現，殺菌不會對產品的喜好度造成顯著的影響，其中又以味噌口味的品評分數最高。表 1 中顯示在統計分析上，各組間的外觀、口感、風味、整體喜好度及腥味強度都沒有顯著差異，其中可發現各組殺菌過後的產

表 1. 各種調味臺灣鯛魚片之官能品評

組別	外觀喜好度 <sup>2</sup>	口感喜好度 <sup>2</sup>	風味喜好度 <sup>2</sup>	整體喜好度 <sup>2</sup>	腥味強度 <sup>1</sup>
紅燒魚未殺菌組	6.3 ± 0.6 <sup>a</sup>	5.3 ± 1.5 <sup>a</sup>	4.7 ± 0.6 <sup>a</sup>	5.7 ± 0.6 <sup>a</sup>	1.3 ± 0.6 <sup>a</sup>
紅燒魚殺菌組	5.8 ± 0.6 <sup>a</sup>	5.5 ± 1.2 <sup>a</sup>	5.3 ± 1.0 <sup>a</sup>	5.5 ± 1.2 <sup>a</sup>	2.5 ± 2.9 <sup>a</sup>
蒲燒魚未殺菌組	4.6 ± 1.5 <sup>a</sup>	5.2 ± 1.5 <sup>a</sup>	5.4 ± 0.6 <sup>a</sup>	5.2 ± 0.6 <sup>a</sup>	2.0 ± 1.0 <sup>a</sup>
蒲燒魚殺菌組	5.4 ± 0.6 <sup>a</sup>	5.4 ± 0.6 <sup>a</sup>	5.0 ± 0.6 <sup>a</sup>	5.2 ± 0.6 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.0 <sup>a</sup>
味噌魚未殺菌組	5.0 ± 0.6 <sup>a</sup>	5.5 ± 0.6 <sup>a</sup>	5.5 ± 1.0 <sup>a</sup>	5.3 ± 1.2 <sup>a</sup>	3.3 ± 1.5 <sup>a</sup>
味噌魚殺菌組	6.3 ± 0.6 <sup>a</sup>	5.3 ± 1.2 <sup>a</sup>	5.5 ± 1.2 <sup>a</sup>	5.8 ± 1.0 <sup>a</sup>	2.3 ± 2.3 <sup>a</sup>

a-b Indicate significant difference between different groups of fish. ( $p < 0.05$ )

<sup>1</sup>The scale was a 7-point strong scale (7 = very strong, 6 = moderately strong, 5 = slightly strong, 4 = neither strong nor weak, 3 = slightly weak, 2 = moderately weak, 1 = very weak)

<sup>2</sup>The scale was a 7-point hedonic scale (7 = like very much, 6 = like moderately, 5 = like slightly, 4 = neither like nor dislike, 3 = dislike slightly, 2 = dislike moderately, 1 = dislike very much)

品皆與直接烹調的臺灣鯛魚料理在喜好度上無顯著差異，代表殺菌對產品的接受度不會有顯著差異。而單以分數來看，殺菌後的產品，其整體喜好度由高到低依序為味噌、紅燒和蒲燒口味，而其外觀及風味喜好度也有相同的現象。殺菌味噌臺灣鯛魚產品具有最高的整體喜好度，但其在品評中，味噌風味會隨著殺菌的過程而變得較不明顯。

### (一) 營養成分分析

先前研究指出魚類通常根據其脂肪含量進行分類(Bennion, 1980)，基於這種分類，脂肪含量低於 5%是低脂魚，其中包括臺灣鯛魚(Tilapia)為 2.75% (Rahnan *et al.*, 1995)。低脂魚在肝臟中以三酸甘油酯的形式儲存 50-80%的脂肪及脂溶性維生素，例如維生素 A 和維生素 D (Jacquot, 1961)。表 2 中顯示臺灣鯛魚片調理產品的脂肪含量介於 4.5–6.0%之間，高出先前研究指出的 2.75%，由於其配方中的沙拉油及其他調味料也含有脂質，造成調味鯛魚片產品的脂肪含量增加。根據 Feeley 等(1972)這些低脂魚具有較高的含水量，因此肉色較白。研究表明淡水魚通常比海洋魚類含有較低比例的  $\omega$ -3 (n-3)多不飽和脂肪酸(PUFA) (Vlieg & Body, 1988)。Rahnan 等(1995)提到臺灣鯛魚含有 0.53%的花生四烯酸及 0.84%的二十碳五烯酸(EPA)，根據 Leaf 和 Weber (1988)指出僅在魚類和其他海產品中發現的 EPA 和二十二碳六烯酸(DHA)對有預防人類冠狀動脈疾病的效果。另一方面紅燒魚片的水分

含量較高，但蛋白質及脂肪比例相對較低是由於紅燒魚片調理包中包含調味醬汁，所以其相對的蛋白質及脂肪比例就較低。

參考食品法典委員會對低鈉食物的定義，鈉的食物必須符合每 100 克食物含低於 120 毫克鈉的要求。雖然該委員會沒有為高鈉食物設下定義，但英國將每 100 克食物含超過 600 毫克鈉定為鈉含量高的食物(食藥署, 2015)。表 2 顯示蒲燒魚片的鈉含量為 337 mg/100g，落在正常鈉含量的範圍內，然而紅燒魚片的鈉含量 609 mg/100g 以及味噌魚片的鈉含量為 630 mg/100g，皆超過 600 毫克鈉，被認為是高鈉食品，所以後續實驗進行減鈉的配方試驗。

### (二) 胺基酸分析

根據 Chalamaiah 等(2012)，臺灣鯛魚的胺基酸組成分含量，由濃度含量高到低依序麩胺酸、離胺酸、白胺酸、天冬胺酸及苯丙胺酸等。從紅燒魚片及蒲燒魚片來看，和先前研究的胺基酸組成分的相似，同樣

表 2. 不同口味臺灣鯛魚片之一般成分分析

	每 100 g 含量		
	紅燒魚片	蒲燒魚片	味噌魚片
熱量 (Kcal)	108.0	152.0	154.0
蛋白質 (g)	11.3	22.2	23.0
脂肪 (g)	4.5	6.0	4.8
碳水化合物 (g)	5.6	2.3	4.6
水分 (g)	76.5	67.9	65.3
灰分 (g)	2.1	1.6	2.3
鈉 (mg)	609.0	337.0	630.0

表 3. 不同口味臺灣鯛魚片胺基酸含量分析

水解胺基酸種類	水解胺基酸含量 (ppm)		
	紅燒魚片	蒲燒魚片	味噌魚片
丙胺酸 (Alanine)	6668	13788	14344
精胺酸 (Arginine)	7005	14313	15166
天冬胺酸 (Aspartic Acid)	8592	21622	24957
胱胺酸 (Cystine)	697	1198	603
麩胺酸 (Glutamic Acid)	15175	33581	39136
甘胺酸 (Glycine)	10003	15590	13934
組胺酸 (Histidine)	2646	6067	6399
異白胺酸 (Isoleucine)	4517	10541	12370
白胺酸 (Leucine)	7015	16946	19533
離胺酸 (Lysine)	8101	19742	22682
甲硫胺酸 (Methionine)	1834	5893	6525
苯丙胺酸 (Phenylalanine)	3961	9076	9866
脯胺酸 (Proline)	6625	9669	9242
絲胺酸 (Serine)	3798	7572	8544
蘇胺酸 (Threonine)	4297	7115	8108
酪胺酸 (Tyrosine)	2237	6267	7029
纈胺酸 (Valine)	4839	10926	12428
色胺酸(Tryptophan)	794	1770	2046

以麩胺酸為最高，然而紅燒魚片由於包裝內含水量較高，故有被稀釋的現象(表 3)。在味噌魚片的部分發現，麩胺酸也為最

高，此外麩胺酸是味噌中存在的主要胺基酸，其次依序為天冬胺酸、甘胺酸、纈胺酸、蘇胺酸和絲胺酸(Ouchi & Mochizuki, 1968)，所以其天冬胺酸、甘胺酸、纈胺酸、蘇胺酸和絲胺酸也相對較高。

### (三) 銀髮族官能品評分析

邀請新店頤苑自費安養中心住民擔任品評人，平均年齡為 83 歲，男性 14 位，女性 19 位，總共 33 份問卷，分別對以殺菌軟袋包裝的三種風味臺灣鯛魚片產品進行 9 分制評分，評分項目包括魚片外觀、風味、質地，鹹度及整體喜好度。表 4 結果顯示高齡長者對三種風味的臺灣鯛魚片喜好度都高於 5 分，且對三種風味產品的喜好度無顯著差異。若以銀髮族的口味喜好度由高到低排序，依序為蒲燒、紅燒以及味噌口味，推測可能由於蒲燒口味的風味較受老年人歡迎，造成高齡品評人對於蒲燒的喜好度較其他組別高。

### (四) 魚腥味官能品評分析

請高齡品評人針對三種產品的魚腥味強度做 9 分制評分(表 5)，結果顯示三種產品的魚腥味強度無顯著差異，且各產品魚腥味強度皆小於 3 分，代表皆無顯著魚腥

表 4. 官能品評 9 分制喜好性試驗結果

品名	外觀喜好度	風味喜好度	質地喜好度	鹹度喜好度	整體喜好度
紅燒臺灣鯛魚片	7.4±1.5 <sup>a</sup>	7.6±1.3 <sup>a</sup>	7.7±1.4 <sup>a</sup>	7.5±1.7 <sup>a</sup>	7.6±1.5 <sup>a</sup>
蒲燒臺灣鯛魚片*	7.4±1.6 <sup>a</sup>	7.5±1.5 <sup>a</sup>	7.6±1.6 <sup>a</sup>	7.6±2.0 <sup>a</sup>	7.7±1.5 <sup>a</sup>
味噌臺灣鯛魚片*	7.7±1.6 <sup>a</sup>	7.2±1.6 <sup>a</sup>	7.6±1.7 <sup>a</sup>	7.4±1.9 <sup>a</sup>	7.5±1.8 <sup>a</sup>

Mean ± standard deviation (n=32, n\*=33).

1=非常不喜歡; 9=非常喜歡

n\*=33 為問卷數; n=32 為有效問卷

味。另外，請 7 位受訓的品評人亦進行 9 分制魚腥味強度評分(表 5)，結果顯示蒲燒口味有顯著較高的魚腥味，而以紅燒口味的魚腥味為最低。

### (五) 減鹽臺灣鯛魚片殺菌軟袋之鈉含量分析及官能品評

由於每 100 公克的紅燒及味噌口味的臺灣鯛魚片之鈉含量超過 600 毫克鈉，屬於高鈉食物(食藥署, 2015)，為避免攝取過量鹽份對於血壓的影響，因此本團隊繼續開發減鹽配方魚片，並分析減鹽產品的鈉含量及官能品評。

如表 6 所示，減鹽紅燒魚片及減鹽味噌魚片之鈉含量分別降低 51% 及 45%。官能品評結果顯示(表 7)，減鹽紅燒魚片與未減鹽組比較，有較好的外觀、風味及整體喜好度，且腥味及鹹味強度都較低；減鹽味噌魚片也有相同現象，相較於未減鹽組有較好的風味、質地及整體喜好度，兩項減鹽魚片整體喜好度較高的原因可能是質地喜好度增加、腥味低及鹹度低。總體而言，減鹽組一方面成功地得到較好的官能品評評價，另一方面也達到每 100 公克產品之鈉含量低於 600 毫克的目的，減鹽產品更符合高齡族群口味及健康需求。

## 二、滷海帶

經不同水煮時間及其殺菌後質地變化(表 8)，發現海帶卷均有變軟之趨勢，再經過殺菌後之質地均有降至  $5 \text{ N/cm}^2$  以下。鹽漬海帶片復水後經不同水煮時間之質地變化也均有變軟之趨勢，再經過殺菌

後，以水煮時間為 15 分鐘以上之樣品硬度有降至  $5 \text{ N/cm}^2$ 。乾昆布復水後經不同水煮時間後質地均有變軟之趨勢，再經過殺菌後，質地均有降至  $5 \text{ N/cm}^2$  左右。乾昆布經泡鹼水後的重量變化比經泡水後的重量變化來的高，泡鹼水所增加的重量較多。乾昆布經泡水後的質地沒有顯著下降，泡鹼水後的質地則有明顯的下降，且在泡鹼水兩天後的質地有降至  $5 \text{ N/cm}^2$  以下(data not shown)。

由 24 名國立臺灣海洋大學學生及老師擔任未受專業訓練之品評員，進行殺菌軟袋滷海帶產品之官能品評，結果顯示產品之氣味、口感、風味、質地和整體喜好度都優於市售滷海帶產品和小吃店滷海帶，且各項指標平均得分均高於 6 分，代表產品喜好度為中上、藻腥味強度也是三種樣品中最低，但外觀喜好度則略低於其他產品。製作適於銀髮族食用的滷海帶食品可藉由調整烹煮時間及軟袋殺菌製程達到臺灣飲食製備指引第 6 級別牙齦碎軟質食之規格，另外可利用減鹽調味再以軟袋殺菌製程也可達到軟化目的。海帶雖可藉由浸泡小蘇打加速軟化，但若製作常溫保存滷海帶則可省略此步驟即可達到質地規格需求。

## 三、鎖管

### (一) 鎖管鹼處理

生鮮鎖管經由鹼處理之後中型及大型鎖管之質地均下降至  $5 \text{ N/cm}^2$ ，但中型鎖管過於軟爛，所以可能須推回到處理至

表 5. 腥味 9 分制強度試驗結果

品名	腥味強度 (未受訓練之銀髮族消費者品評)	腥味強度* (研發人員品評)
紅燒臺灣鯛魚片	1.7±1.6 <sup>a</sup>	1.4±0.5 <sup>b</sup>
蒲燒臺灣鯛魚片	1.8±1.8 <sup>a</sup>	3.4±1.5 <sup>a</sup>
味噌臺灣鯛魚片	2.1±2.1 <sup>a</sup>	2.0±1.2 <sup>ab</sup>

Mean ± standard deviation (n=31, n\*=7).

1=無腥味, 5=中度腥味, 9=腥味強烈。

n=31 為未受訓練之銀髮族有效問卷數；n\*=7 為研發人員品評有效問卷數

表 6. 減鹽臺灣鯛魚片組別之鈉含量分析

組別	鈉含量 (mg/100 g)	降低鈉含量 (%)
紅燒魚片	609.0	
減鹽紅燒魚片	298.0	51
味噌魚片	630.0	
減鹽味噌魚片	345.0	45

表 7. 減鹽臺灣鯛魚片之 9 分制官能品評

品名	外觀喜好度	風味喜好度	質地喜好度	整體喜好度	腥味強度	鹹味強度
紅燒魚片	6.4±1.2 <sup>a</sup>	6.8±1.5 <sup>ab</sup>	7.3±0.9 <sup>a</sup>	6.9±0.8 <sup>ab</sup>	2.1±1.8 <sup>a</sup>	5.6±1.7 <sup>a</sup>
減鹽紅燒魚片	6.8±1.4 <sup>a</sup>	7.2±0.7 <sup>a</sup>	7.3±0.8 <sup>a</sup>	7.3±0.8 <sup>a</sup>	2.0±1.4 <sup>a</sup>	4.3±1.4 <sup>ab</sup>
味噌魚片	6.9±1.4 <sup>a</sup>	5.9±1.7 <sup>b</sup>	5.8±1.8 <sup>b</sup>	6.1±1.6 <sup>b</sup>	3.5±2.3 <sup>a</sup>	4.1±2.1 <sup>ab</sup>
減鹽味噌魚片	6.6±1.4 <sup>a</sup>	6.9±1.0 <sup>ab</sup>	7.1±1.4 <sup>a</sup>	7.0±1.0 <sup>ab</sup>	2.8±1.5 <sup>a</sup>	3.3±1.9 <sup>b</sup>

1=非常不喜歡; 9=非常喜歡

表 8. 市場海帶卷經不同時間水煮處理之殺菌前後的質地變化

水煮時間 (min)	殺菌前 (N/cm <sup>2</sup> )	殺菌後 (N/cm <sup>2</sup> )
5	31.6 ± 7.6 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.4 <sup>A</sup>
10	22.6 ± 15.4 <sup>ab</sup>	1.7 ± 0.1 <sup>B</sup>
15	23.8 ± 3.6 <sup>ab</sup>	1.6 ± 0.1 <sup>B</sup>
20	25.0 ± 5.8 <sup>ab</sup>	2.2 ± 0.4 <sup>A</sup>
25	19.3 ± 8.5 <sup>b</sup>	1.9 ± 0.1 <sup>AB</sup>
30	12.5 ± 2.3 <sup>bc</sup>	1.0 ± 0.1 <sup>C</sup>

第 6 天即可使質地降至 5 N/cm<sup>2</sup>，又不會使中型鎖管過於軟爛。由於鹼處理會造成感官品評有負面影響，所以需水漂一天才可以使得鹼味去除。

### (二) 鎖管刀工、熱風乾燥後復水及殺菌

探討刀工、復水及殺菌對鎖管質地變化結果，將生鮮鎖管熱風乾燥後復水能使質地下降，但均未下降至 5 N/cm<sup>2</sup>，而生鮮鎖管縱切相較於橫切的質地較軟。熱風乾燥會使鎖管的顏色變得更深且黃，可能會影響到感官品評。

### (三) 鎖管以水搭配超聲波處理軟化

40kHz 超聲波有降低鎖管之硬度，但並未降至 5 N/cm<sup>2</sup> 以下，可能需要增加處理的天數，且因殺菌時未在復水鎖管軟袋中加水，所以使得成品質地較硬。

### (四) 酵素方法注射嫩化

經由酵素浸泡後確實能軟化鎖管之質地，但未能軟化降至 5 N/cm<sup>2</sup>，故需再提高酵素之濃度。使用注射方法較浸泡更能有效軟化鎖管，且木瓜酵素較鳳梨酵素更為有效。殺菌後除了 0.1% 之組別，其餘皆很軟爛，用湯匙輕壓就崩解了(表 9)。由於米粉或粉絲殺菌過後過於軟爛，會影響到鎖管米粉的湯頭，故此次未放入米粉或

粉絲一起煮。殺菌後鎖管硬度下降，中型和大型均未達 5 N/cm<sup>2</sup> 以下，仍須搭配其他方法使其軟化，且殺菌過後鎖管顏色有變深的現象。鎖管米粉調理包感官品評參與品評總共有 17 位品評員，產品的顏色喜好度、風味喜好度、外觀喜好度、鹹度喜好度、質地喜好度以及整體喜好度分數皆高於 6 分以上，且腥味強度低，表示此項產品具有高度可接受性，並能改善鎖管質地，使其硬度降低。由於此感官品評之品評員年齡平均為 24 歲，故只能表達此產品具高度可接受性，未來將邀請 65 歲以上銀髮族擔任品評員，其結果更具參考價值。

鎖管製作銀髮族食品以原料大小區分為小中大三種規格分別加工，小鎖管(長度)可藉由烹煮及軟袋殺菌製程達到銀髮族咀嚼規格需求，中型及大型鎖管肌肉需藉由凍結切片至 5 mm 以下之肌肉厚度，再藉由烹煮及軟袋殺菌製程達到臺灣飲食製備指引第 6 級別牙齦碎軟質食與銀髮族咀嚼規格需求。雖亦可藉由浸泡小蘇打於低溫冷藏數天加速軟化，且需水漂去除鹼味，之後烹煮製作常溫保存鎖管達到質地規格需求，製程較為複雜繁瑣且易造成

表 9. 鎖管經由酵素注射質地變化

	生鎖管	控制組	鳳梨 酵素 0.1%	鳳梨 酵素 0.25%	鳳梨 酵素 0.5%	鳳梨 酵素 1%	木瓜 酵素 0.1%	木瓜 酵素 0.25%	木瓜 酵素 0.5%	木瓜 酵素 1%
殺菌前質地(N/cm <sup>2</sup> )	34.5 ± 0.6 <sup>c</sup>	19.6 ± 0.4 <sup>d</sup>	9.6 ± 2.3 <sup>c</sup>	7.0 ± 2.7 <sup>bc</sup>	4.7 ± 0.6 <sup>ab</sup>	3.9 ± 0.8 <sup>a</sup>	4.1 ± 1.5 <sup>a</sup>	4.0 ± 1.4 <sup>a</sup>	3.7 ± 0.4 <sup>a</sup>	3.5 ± 0.9 <sup>a</sup>
殺菌後質地(N/cm <sup>2</sup> )		12.2 ± 1.0 <sup>C</sup>	8.4 ± 2.2 <sup>B</sup>	3.9 ± 1.2 <sup>A</sup>	3.1 ± 1.4 <sup>A</sup>	2.0 ± 1.0 <sup>A</sup>	4.5 ± 0.5 <sup>A</sup>	3.8 ± 1.1 <sup>A</sup>	2.2 ± 0.4 <sup>A</sup>	1.7 ± 0.8 <sup>A</sup>

營養素及水溶性蛋白質流失較不建議。本研究超音波震盪改善質地軟化鎖管效果並不顯著，建議以 0.1%木瓜酵素處理再經殺菌即可達到銀髮族規格需求。

經過切片後、切片及鹼處理後之三杯鎖管質地較未切片處理較軟，而切片組和切片加鹼處理組之間並未有顯著差異，且根據所得之數據可發現烹煮後鎖管質地皆有下降，但經切片處理的組別殺菌後質地皆有回升趨勢，推測為蛋白質變性過度而造成。於實驗過程中可發現三杯鎖管經殺菌後，殺菌軟袋中可觀察到鎖管明顯汁液流出現象，因此對其出汁量進行測量，並嘗試使用太白粉減少出汁量，實驗結果發現經切片之鎖管出汁量明顯較未切片多，且使用太白粉減少出汁量的效果並不顯著，推測為經切片後鎖管肌肉組織遭破壞保水力下降造成。官能品評結果參與三杯鎖管品評總共有 20 位品評員，結果顯示在顏色、風味、質地、鹹度、整體喜好度上分數高於中間值(5 分)，代表可被銀髮族接受。而在腥味程度方面，則低於中間值。

三杯鎖管可以切片鎖管製作殺菌後可達到臺灣飲食製備指引第 6 級別牙齦碎軟質食與銀髮族規格需求，但產品有汁液滲出量較多之問題，未來生產建議以小型鎖管不切片作為原料改善汁液滲出量較多之問題。

#### 四、九孔粥

鹼處理後的九孔硬度趨勢圖顯示不論是大顆還小顆的九孔，在經過鹼處理 8

天並殺菌後，硬度均低於目標值 5 N/cm<sup>2</sup>，但是九孔的成品已毫無鮮味，且不論是聞起來及嚐起來鹹味都非常重，且九孔放在冷藏庫 8 天有保存性的疑慮。

經切片處理的九孔測得的硬度在殺菌後並無因不同厚度而有顯著差異，且 0.3、0.4 cm 的組別會因切得太薄使九孔失去原有的樣貌。但將切片九孔鹼處理三天後之九孔硬度不論有過水漂或酸處理，均可讓硬度大幅下降，低於目標值 5 N/cm<sup>2</sup>，可推測由於九孔切片後接觸面積增加，使碳酸氫鈉溶液的軟化能力更好，但鹼處理後九孔的鮮味會變淡，且雖然有經過酸處理或水漂淡化氣味，鹹味還是很重。

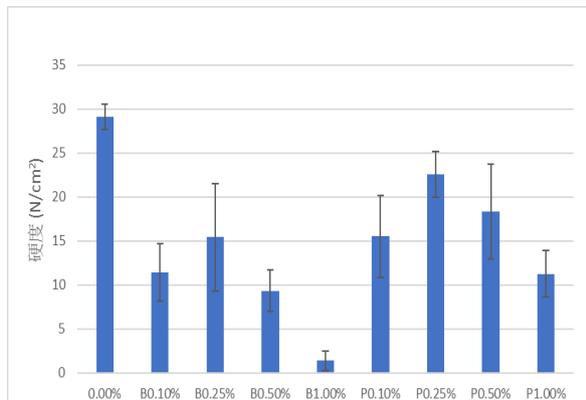
而切片+酵素注射組別，雖然殺菌後測得硬度較未切片之九孔稍低，但未達目標值 5 N/cm<sup>2</sup>，判斷原因可能為九孔切片後注射量比例也隨之下降造成。酵素浸泡殺菌後硬度之結果顯示真空浸泡簡要的製程為加熱-冷凍-解凍-減壓-酵素反應-加熱，冷凍會產生冰晶而使組織撐大，再經由解凍使冰晶融化，而在真空減壓狀態下，酵素液會被置換至組織中，使酵素充分作用，最後用加熱使酵素失活。由其結果顯示出，50°C 浸泡 2 小時只有 0.50% 鳳梨酵素的組別有軟化的現象，而 50°C 浸泡 6 小時及 4°C 浸泡 24 小時均有產生軟化現象，但均未達目標值 5 N/cm<sup>2</sup>，隨著酵素濃度增加，水煮溶出物也增加。

酵素注射之結果顯示鳳梨酵素及木瓜酵素皆對九孔有軟化效果，其中鳳梨酵

素對九孔的軟化則更為顯著，隨著使用濃度提升，水煮溶出物也增加，而以 10% 比例注射的結果顯示軟化的效果並不顯著，以 1.00% 的鳳梨酵素注射雖可使硬度達  $5 \text{ N/cm}^2$  (圖 1)，但殺菌後表面已完全軟爛呈糊狀，未能保持原有外觀及形狀。而以 20% 的比例注射酵素將使九孔硬度下降比率更低，0.25% 及 0.50% 的鳳梨酵素組別可達  $5 \text{ N/cm}^2$ ，外觀雖然有些許萎縮，但未有軟爛的糊狀物，烹煮過程及嚐起來也沒有酵素味。

本次感官品評九孔經過 0.25% 鳳梨酵素(Bromelain)注射處理結果大多都能接受(6 分以上)，然而在風味部分就稍微不足(僅 5.8 分)，聞起來時香氣沒那麼強烈，嚐起來薑味與白胡椒味偏重。

九孔製作銀髮族食品，其質地變化無法以大小區分加熱後質地規格，九孔藉由烹煮及軟袋殺菌製程皆無法達到銀髮族咀嚼規格需求，但其肌肉若經由凍結切片至 5 mm 以下之肌肉厚度，再藉由烹煮及



B: 鳳梨酵素  
P: 木瓜酵素

圖 1. 以九孔重量比 10% 容量注射酵素九孔肌肉殺菌後硬度。

軟袋殺菌製程達到臺灣飲食製備指引第 6 級別牙齦碎軟質食與銀髮族咀嚼規格需求。雖冷凍九孔亦可藉由浸泡小蘇打於低溫冷藏數天加速軟化，該製程仍需水漂去除鹼味，之後烹煮製作常溫保存九孔達到質地規格需求，製程較為複雜繁瑣且易造成營養素及水溶性蛋白質流失較不建議。超音波震盪配合浸泡鹼水改善質地軟化九孔及乾鮑魚，結果顯示超音波震盪效果並不顯著，建議以 0.25% 之鳳梨酵素注射 20% 之九孔重量之酵素液於 4°C 處理 24 小時後失活殺菌即可達到臺灣飲食製備指引第 6 級別牙齦碎軟質食與銀髮族食品規格需求。

## 捌、結論

臺灣鯛魚片經調味殺菌過後硬度會降低，有利於銀髮族群食用，其中以蒲燒口味較受銀髮族喜愛。滷海帶製作銀髮族食品可藉由直接減鹽調味及軟袋殺菌製程達到臺灣飲食製備指引第 6 級別牙齦碎軟質食與銀髮族咀嚼規格需求。鎖管製作銀髮族食品可以區分鎖管大中小規格，配合中型(12 公分以上至 20 公分)、大型(20 公分以上)鎖管肌肉凍結切片技術再藉由烹煮及軟袋殺菌製程達到臺灣飲食製備指引第 6 級別牙齦碎軟質食與銀髮族咀嚼規格需求。中型以上鎖管及各種大小之九孔雖可藉由浸泡小蘇打於低溫冷藏數天加速軟化，該製程仍需水漂去除鹼味，之後烹煮製作常溫保存鎖管及九孔達到質地規格需求，製程較為複雜繁瑣，但浸泡

鹼水數日後質地顯著降低能為鹼性蛋白水解酵素或因蛋白質明顯離開等電點甚多，值得進一步探討原因。小型鎖管製作鎖管米粉或三杯鎖管經殺菌後皆可達到臺灣飲食製備指引第 6 級別牙齦碎軟質食與銀髮族規格需求。九孔製作銀髮族食品則無法以大小區分加熱後質地規格，九孔肌肉需經由凍結切片至 5 mm 以下之肌肉厚度，或九孔直接以木瓜酵素進行嫩化處理，方可再藉由烹煮及軟袋殺菌製程達到臺灣飲食製備指引第 6 級別牙齦碎軟質食與銀髮族咀嚼規格需求。

## 誌謝

本文(銀髮族水產食品之研發)感謝行政院農委會漁業署非科技計畫(106 農科-3.4.1-漁-F1(Z)及 107 農科沙-3.4.1-漁-F1(Z))經費支持，謹誌謝意。

## 玖、參考文獻

內政部統計處 (2017) 內政部資訊統計服務網 - 106 年第 10 週內政統計通報。

[https://www.moi.gov.tw/chi/chi\\_site/stat/news\\_detail.aspx?sn=11735](https://www.moi.gov.tw/chi/chi_site/stat/news_detail.aspx?sn=11735)

內政部統計處 (2018) 最新統計指標，老化指數。

<https://www.moi.gov.tw/stat/chart.aspx>

日本介護食品協議會 (2012) 要介護食品之定義。<https://www.udf.jp/>

田琳 (2011) 銀髮族對日本料理餐廳食品品質認知之研究。國立高雄餐旅大學餐旅管理研究所碩士學位論文，高雄。

伊甸社會福利基金會 (2015) 2015 年度報告。

[https://www.eden.org.tw/downloads/file\\_detail/file/eden2015.pdf](https://www.eden.org.tw/downloads/file_detail/file/eden2015.pdf)

行政院食品藥物管理署 (2015) 包裝食品營養宣稱應遵行事項。

行政院衛生福利部 (2016) 高齡營養新食代~「吃的下、吃的夠、吃的對」最幸福。

<https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=1137&pid=7766>

國民健康署 (2018) 臺灣飲食質地製備指引草案。

<https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=129&pid=9857>

國家攝食資料庫 (2014) 103 年食物大類攝食量計算結果。財團法人國家衛生研究院，苗栗。

許彰維 (2016) 基隆鎖管季。農政與農情，第 290 期。

<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2505451>

郭俊德 (1990) 揭開魷魚肌肉纖維的秘密。鄉間小路 22：6-7。

黃怡菁 (2004) 銀髮族新商機。食品資訊 202：62-64。

漁業署 (2001) 中華民國臺灣地區漁業年報(八十九年度)。

漁業署 (2013) 中華民國臺灣地區漁業年報(一百零二年度)。

劉富光、張湧泉、陳榮華、吳純衡、蔡慧君、高淑雲 (2008) 吳郭魚 168 (水產試驗所特刊第 10 號)。行政院農業委員會水產試驗所，臺灣。

潘文涵、杜素豪、張新儀、葉志嶸、林以勤 (2008) 民國 93-97 年度國民營養健康狀況變遷調查。衛生署計畫 DOH94-FS-6-4。

- 潘文涵 (2013) 貧血及維生素 B6、葉酸同時不足老人罹患憂鬱風險達七倍。國家衛生研究院電子報第 519 期，2013 年 8 月 30 日。  
<https://www.mohw.gov.tw/cp-3215-23032-1.htm>
- 蔡峻宇 (2000) 加熱條件對九孔肌肉化學成分及物理性質之影響。國立台灣海洋大學食品科學系碩士學位論文。基隆。
- CNS 5034 N6115 食品中粗灰分之檢驗法  
CNS 5036 N6117 食品中粗脂肪之檢驗法  
CNS 5053 N6114 食品中水分之檢驗
- A.O.A.C. (2000a) Official methods of analysis. 17th Ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington. DC, USA.
- A.O.A.C. (2000b) Calcium, copper, iron, magnesium, manganese, phosphorus, potassium, sodium, and zinc in infant formula. AOAC International.
- Ashie, I.N.A., T.L. Sorensen, P.M. Nielsen (2002) Effects of papain and a microbial enzyme on meat proteins and beef tenderness. *Journal of Food Science* 67: 2138-2142.
- Awad, T.S., H.A. Moharram, O.E. Shaltout, D. Asker, M.M. Youssef (2012) Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: A review. *Food Research International* 48: 410-427.
- Babji, A.S., G.W. Froning, D.A. Ngoka (1982) The effect of short-term tumbling and salting on the quality of turkey breast muscle. *Poultry Science* 61: 300-303.
- Batkin, S., S.J. Taussig, J. Szekerezes (1988) Antimetastatic effect of bromelain with or without its proteolytic and anticoagulant activity. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology* 114: 507-508.
- Bennion, M. (1980) *Introductory Foods*, 7th edn. Macmillan, New York, USA.
- Bharti, S.K., B. Anita, S.K. Das, S. Biswas (2011) Effect of vacuum tumbling time on physico-chemical, microbiological and sensory properties of chicken tikka. *Journal of Stored Products and Postharvest Research* 2: 139-147.
- Calkins, C.R., G. Sullivan (2007) Adding enzymes to improve beef tenderness. *Beef Facts Product Enhancement*, National Cattleman's Beef Association. Centennial Colorado: Cattleman's Beef Board.
- Chalamaiah, M., R. Hemalatha, T. Jyothirmayi (2012) Fish protein hydrolysates: proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: a review. *Food chemistry* 135(4): 3020-3038.
- Chaurasiya, R.S., P.Z. Sakhare, N. Bhaskar, H.U. Hebbar (2015) Efficacy of reverse micellar extracted fruit bromelain in meat tenderization. *Journal of Food Science and Technology* 52: 3870-3880.
- Chen, Y. (2006) Nutrition and edible value of squid. *Food and Drug* 8: 75-76.
- Emborge, J., P. Dalgaard (2008) Growth, inactivation and histamine formation of *Morganella psychrotolerans* and *Morganella morganai* -

- development and evaluation of predictive models. *International Journal of Food Microbiology* 128: 234-243.
- Eom, S.H., S.H. Lee, Y.G. Chun, B.K. Kim, D.J. Park (2015) Texture softening of beef and chicken by enzyme injection process. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 35: 486-493.
- Feeley, R. M., P.E. Criner, B.K. Watt (1972) Cholesterol content of foods. *Journal of the American Dietetic Association* 61(2): 134-149.
- Funami, T. (2011) Next target for food hydrocolloid studies: Texture design of foods using hydrocolloid technology. *Food Hydrocolloid* 25: 1904-1914.
- Gokoglu, N., P. Yerlikaya, I. Ucak, H.A. Yatmaz (2017) Effect of bromelain and papain enzymes addition on physicochemical and textural properties of squid (*Loligo vulgaris*). *Journal of Food Measurement and Characterization* 11: 347-353.
- Goto, R., R. Takei, K. Kitamura, K.I. Sugimura, M. Kuribayashi (2010) Food product suitable for person who has difficulty in chewing or swallowing. U.S. Patent Application No. 12/681, 233.
- Gottschall, G.Y., M.W. Kies (1942) Digestion of beef by papain. *Journal of Food Science* 7: 373-381.
- Gupta, S., N. Abu-Ghannam (2011) Recent developments in the application of seaweeds or seaweed extracts as a means for enhancing the safety and quality attributes of foods. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 12: 600-609.
- Ha, M., A.E.D.A. Bekhit, A. Carne, D.L. Hopkins (2012) Characterisation of commercial papain, bromelain, actinidin and zingibain protease preparations and their activities toward meat proteins. *Food Chemistry* 134: 95-105.
- Hu, Y., H. Yu, K. Dong, S. Yang, X. Ye, S. Chen (2014) Analysis of the tenderisation of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) meat by ultrasonic treatment using response surface methodology. *Food Chemistry* 160: 219-225.
- Hwang, D.F., W.P. Liang, C.Y. Shiau, T.K. Chiou, S.S. Jeng (1997) Seasonal variations of free amino acids in the muscle and viscera of small abalone *Haliotis diversicolor*. *Fisheries Science* 63(4): 625-629.
- Jacquot, R. (1961) Organic constituents of fish and other aquatic animal foods. *Fish as Food* 1: 145-209.
- Jayasooriya, S.D., B.R. Bhandari, O. Torley, B.R. D'Arcy (2004) Effect of high power ultrasound waves on properties of meat: A review. *International Journal of Food Properties* 7: 301-319.
- Jayasooriya, S.D., P.J. Torley, B.R. D'arcy, B.R. Bhandari (2007) Effect of high power ultrasound and ageing on the physical properties of bovine Semitendinosus and Longissimus muscles. *Meat Science* 75: 628-639.

- Kantha, S.S., S. Watabe, K. Hashimoto (1990) Comparative biochemistry of paramyosin-a review. *Journal of Food Biochemistry* 14: 61-88.
- Karales, S.P. (2000) *U.S. Patent No. 6,040,013*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Ketnawa, S., S. Rawdkuen (2011) Application of bromelain extract for muscle foods tenderization. *Food and Nutrition Sciences* 2: 393-401.
- Koak, J.H., H.S. Kim, Y.J. Choi, M.Y. Baik, B.Y. Kim (2011) Characterization of a protease from over-matured fruits and development of a tenderizer using an optimization technique. *Food Science and Biotechnology* 20: 485-490.
- Kolle, B.K., D.R. McKenna, J.W. Savell (2004) Methods to increase tenderness of individual muscles from beef rounds when cooked with dry or moist heat. *Meat Science* 68: 145-154.
- Konosu, S.K. Yamaguchi (1982) The flavor compounds in fish and shellfish. In Martin, R. E., G.J. Flick, D.R. Ward (Eds.), *Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products* (pp. 367-372). AVI Publishing, Inc., New York.
- Kuzuya, M. (2003) Nutritional assessment and nutritional management for the elderly. *Japan Journal of Geriatrics* 40: 199-203 (in Japanese).
- Landmann, W.A. (1963) Enzymes and their influence on meat tenderness. In: *Campbell Meat Tenderness Symposium*.
- Leaf, A., P.C. Weber (1988) Cardiovascular effects of n-3 fatty acids. *New England Journal of Medicine* 318(9): 549-557.
- Matsuguma, M., M. Takahashi, M. Fujita, N. Matsukuma, S. Fujita, K. Wada (2013) Effects of papain treatment on the texture and palatability of chicken meat. *Food Preservation Science* 39: 3-8 (in Japanese)
- Matsuguma, M., M. Takahashi, N. Matsukuma, M. Fujita, S. Fujita, K. Wada (2014) Evaluation of palatability, and physicochemical and histological properties of papain-treated minced fish for consumption by the elderly. *Food Science and Technology Research* 20: 115-120.
- Mckeith, F.K., M.S. Brewer, K.A. Bruggen (1994) Effects of enzyme applications on sensory, chemical and processing characteristics of beef steaks and roasts. *Journal of Muscle Foods* 5: 149-164.
- Melendo, J.A., J.A. Beltrán, P. Roncalés (1997) Tenderization of squid (*Loligo vulgaris* and *Illex coindetii*) with bromelain and a bovine spleen lysosomal-enriched extract. *Food Research International* 30: 335-341.
- Metzig, C.A.R.O.L.A., E.D.Y.T.A. Grabowska, K.L.A.U.S. Eckert, K.L.A.U.S. Rehse, H.R. Maurer (1999) Bromelain proteases reduce human platelet aggregation in vitro, adhesion to bovine endothelial cells and thrombus formation in rat vessels in vivo. *In vivo* 13: 7-12.
- Miochi, L., P. Bourdiol, S. Monier, J.F. Martin, D. Cormier (2004) Changes in jaw muscles activity with age: effects on food bolus properties. *Physiology Behavior* 82: 621-627.

- Naveena, B.M., S.K. Mendiratta, A.S.R. Anjaneyulu (2004) Tenderization of buffalo meat using plant proteases from *Cucumis trigonus Roxb* (Kachri) and *Zingiber officinale roscoe* (Ginger rhizome). *Meat Science* 68: 363-369.
- Neubauer, R.A. (1961) A plant protease for potentiation of and possible replacement of antibiotics. *Experimental Medicine and Surgery* 19: 143.
- Omar, S.R., S.N. Omar, S.A. Karim (2014) Comparative analysis on the effect of agro-conomic meat tenderizer: bromelain and papain enzyme on Indian beef quality. *International Journal of Advances in Science and Technology* 68: 178-183.
- Ouchi, I., T. Mochizuki (1968) *Journal of Food Science and Technology* 15: 418 - 421.
- Pietrasik, Z., J.L. Aalhus, L.L. Gibson, P.J. Shand (2010) Influence of blade tenderization, moisture enhancement and pancreatin enzyme treatment on the processing characteristics and tenderness of beef semitendinosus muscle. *Meat Science* 84: 512-517.
- Pietrasik, Z., P.J. Shand (2005) Effects of mechanical treatments and moisture enhancement on the processing characteristics and tenderness of beef semimembranosus roasts. *Meat Science* 71: 498-505.
- Purwanti, N., A.J. Van der Goot, R. Boom, J. Vereijken (2010) New directions towards structure formation and stability of protein-rich foods from globular proteins. *Trends Food Science Technology* 21: 85-94.
- Pye, J.D. (1979) Why ultrasound? *Endeavour* 3: 57-62.
- Rahnan, S. A., T.S. Huah, O. Nassan, N.M. Daud (1995) Fatty acid composition of some Malaysian freshwater fish. *Food Chemistry* 54(1): 45-49.
- Seltzer, A.P. (1964) A Double-blind study of bromelains in the treatment of edema and ecchymoses following surgical and nonsurgical trauma to the face. *Eye, Ear, Nose & Throat Monthly* 43: 54-57.
- Sikorski, Z.E., I. Kołodziejska (1986) The composition and properties of squid meat. *Food Chemistry* 20: 213-224.
- Sikorski, Z.E., B.S. Pan (1994) Preservation of seafood quality. In: *Seafoods: chemistry, processing technology and quality* (pp. 168-195). Springer, Boston, MA.
- Silveira, E., M.E. Souza-Jr, J.C.C. Santana, A.C. Chaves, L.F. Porto, E.B. Tambourgi (2009) Expanded bed adsorption of bromelain (EC 3.4.22.33) from *Ananas comosus* crude extract. *Brazilian Journal of Chemical Engineering* 26: 149-157.
- Smoliner, C., K. Norman, R. Scheufele, W. Hartig, M. Pirlich, H. Lochs (2008) Effects of food fortification on nutritional and functional status in frail elderly nursing home residents at risk of malnutrition. *Nutrition* 24: 1139-1144.
- Takahashi, T., A. Kawano, F. Iida, M. Suzuki, K.Wada, H. Ogoshi (2003) Physical properties

and human chewing movements of meat.  
Journal Home Econ Japan 54: 357-364 (in  
Japanese).

Tarrant, P.V. (1998) Some recent advances and future  
properties in research for the meat industry. Meat  
Science 49: S1-S16.

Van der Bilt, A., L. Engelen, L.J. Pereira, H.W. Van  
der Glas, J.H. Abbink (2006) Oral physiology  
and mastication. Physiology Behavior 89:  
22-27.

Vlieg, P., D.R. Body (1988) Lipid contents and fatty  
acid composition of some New Zealand  
freshwater finfish and marine finfish, shellfish,  
and roes. New Zealand Journal of Marine and  
Freshwater Research 22(2): 151-162.

Wen, S., T.H. Huang, G.Q. Li, J. Yamahara, B.D.  
Roufogalis, Y. Li (2006) Bromelain improves  
decrease in defecation in postoperative rats:  
Modulation of colonic gene expression of  
inducible nitric oxide synthase. Life Sciences 78:  
995-1002.

